

อรรถพล มณีแดง : การศึกษาการยับยั้งการตกตะกอนของสารลดแรงตึงผิวชนิดประจุลบ
แบบผสม (AN INVESTIGATION INTO INHIBITION OF PRECIPITATION IN MIXED
ANIONIC SURFACTANT SYSTEMS) อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ. ดร.เอเดรียน ฟลัด,
224 หน้า.

การหลีกเลี่ยงการตกตะกอนของสารลดแรงตึงผิวในอุตสาหกรรมผงซักฟอกถือเป็นหัวใจสำคัญต่อ
ผลลัพธ์ของการทำความสะอาด สมบัติสำคัญอย่างหนึ่งของสารลดแรงตึงผิวชนิดประจุลบที่
สามารถยับยั้งประสิทธิภาพของตัวมันเองสำหรับการประยุกต์ใช้งานที่เกี่ยวข้องกับการซักล้างคือ
สารลดแรงตึงผิวชนิดประจุลบมีแนวโน้มที่จะตกตะกอนในสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย
โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้งานในสภาวะน้ำกระด้างซึ่งทำให้เกิดตะกอนโคลสบู่ อย่างไรก็ตามตัวแปร
ในด้านความสัมพันธ์เชิงอุณหพลศาสตร์และจลนพลศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการกระบวนการ
ตกตะกอนของโคลสบู่ และโดยเฉพาะขอบเขตวิภาคของการตกตะกอนเมื่อใช้สารลดแรงตึงผิวชนิด
ประจุลบผสมในน้ำกระด้างยังคงมีความสำคัญอย่างมาก แต่ในขณะที่ข้อมูลที่เป็นระบบในด้าน
ความสัมพันธ์เชิงอุณหพลศาสตร์และจลนพลศาสตร์ของการตกตะกอนค่อนข้างมีจำกัดในงานวิจัย
ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นเพื่อเป็นการต่อยอดความรู้ความเข้าใจในเรื่องการตกตะกอนของสาร
ลดแรงตึงผิวชนิดประจุลบทั้งในด้านความสัมพันธ์เชิงอุณหพลศาสตร์และจลนพลศาสตร์ ระบบ
ของสารลดแรงตึงผิวชนิดประจุลบแบบผสมสองชนิดได้ถูกใช้เพื่อศึกษาอย่างเป็นระบบถึง
ผลกระทบในเชิงเสริมกันของการเพิ่มขึ้นของระยะเวลาในการเหนี่ยวนำการตกตะกอนของ
สารลดแรงตึงผิวชนิดประจุลบและไอออนประจุสองบวก โดยระบบผสมแบบสองชนิดของโซเดียม
โดเดซิลซัลเฟตกับโซเดียมโฟร้อกทิลเบนซีนซัลโฟเนต และ โซเดียมโดเดซิลซัลเฟตกับ
โซเดียมเดซิลซัลเฟต ถูกใช้ในการศึกษาทั้งในเชิงอุณหพลศาสตร์และจลนพลศาสตร์ โดยได้นำ
ทฤษฎีสารละลายปกติ และสมมติฐานการแยกวิภาคเทียมมาใช้ในการหาปริมาณความเข้มข้นของ
สารลดแรงตึงผิวในวิภาคไมเซลล์และวิภาคมอนอเมอร์ จากผลของการศึกษาเชิงอุณหพลศาสตร์
ของการเกิดไมเซลล์แบบผสมแสดงให้เห็นว่าระบบการผสมจะเป็นแบบอุดมคติในระบบผสมของ
โซเดียมโดเดซิลซัลเฟตกับโซเดียมโฟร้อกทิลเบนซีนซัลโฟเนต ในขณะที่ระบบการผสมจะ
ค่อนข้างเป็นแบบไม่อุดมคติในระบบผสมของโซเดียมโดเดซิลซัลเฟตกับโซเดียมเดซิลซัลเฟต
สัดส่วนของการเกาะติดของไอออนประจุตรงข้ามบนพื้นผิวของไมเซลล์ได้ถูกศึกษาผ่านการวัด
ความเข้มข้นจริง โดยที่สมการสมดุลเคมีระหว่างไอออนประจุตรงข้ามที่เกาะติดและไอออนประจุ
ตรงข้ามที่เป็นอิสระจากไมเซลล์สามารถใช้ในสร้างแบบจำลองสัดส่วนของการเกาะติดที่พื้นผิวของ
ไมเซลล์ของไอออนประจุตรงข้ามได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ข้อมูลทั่วไปของตัวแปรทางอุณหพล
ศาสตร์ของเกลือแคลเซียมของสารลดแรงตึงผิวชนิดประจุลบได้ถูกศึกษาเพื่อให้เกิดความรู้ความ

เข้าใจที่ดียิ่งขึ้นในกระบวนการการตกตะกอนของสารลดแรงตึงผิวชนิดประจุลบโดยไอออนประจุตรงข้าม ข้อมูลในเชิงอุณหพลศาสตร์นี้สามารถช่วยในการทำนายขอบเขตวิกฤตการตกตะกอนของสารลดแรงตึงผิวชนิดประจุลบกับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ใช้ศึกษาในงานวิจัยนี้โดยได้อย่างถูกต้อง ผลของการศึกษาตัวแปรทางอุณหพลศาสตร์ของเกลือแคลเซียมของสารลดแรงตึงผิวชนิดประจุลบทำให้เกิดความเข้าใจที่ดีขึ้นของแบบจำลองทางอุณหพลศาสตร์ของขอบเขตวิกฤตการตกตะกอนในระบบของสารลดแรงตึงผิวชนิดประจุลบทั้งแบบเดี่ยวและแบบผสม

นอกจากนี้ระยะเวลาในการเหนี่ยวนำการตกตะกอนได้ถูกศึกษาทั้งในระบบของสารลดแรงตึงผิวชนิดประจุลบแบบเดี่ยวและแบบผสมเช่นกัน เพื่อเฝ้าติดตามการเพิ่มขึ้นของระยะเวลาในการเหนี่ยวนำการตกตะกอนในระบบสารลดแรงตึงผิวชนิดประจุลบแบบผสม จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การเกิดการยับยั้งการตกตะกอนของสารลดแรงตึงผิวชนิดประจุลบแบบผสม มีสาเหตุส่วนหนึ่งมาจากการลดลงของความเข้มข้นของสารที่จะเกิดการตกตะกอนจากการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนความเข้มข้นโดยโมลของสารลดแรงตึงผิวชนิดประจุลบแบบผสม และมีสาเหตุส่วนหนึ่งมาจากการเปลี่ยนแปลงเชิงอุณหพลศาสตร์ของการเกิดไมเซลล์แบบผสมด้วย และระบบของสารลดแรงตึงผิวชนิดประจุลบแบบผสมยังแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการเปลี่ยนแปลงของพลังงานบนพื้นผิวของการเกิดนิวคลีออยวิกฤตในทางที่เพิ่มขึ้นที่สัดส่วนส่วนความเข้มข้นโดยโมลช่วงหนึ่งของสารลดแรงตึงสารลดแรงตึงผิวชนิดประจุลบแบบผสม ดังนั้นจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า จะเกิดการยับยั้งการตกตะกอนในระบบสารลดแรงตึงสารลดแรงตึงผิวชนิดประจุลบแบบผสมอย่างชัดเจน โดยเห็นได้จากการเพิ่มขึ้นของระยะเวลาในการเหนี่ยวนำการตกตะกอน

สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี

ปีการศึกษา 2553

ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

ATTHAPHON MANEEDAENG : AN INVESTIGATION INTO
INHIBITION OF PRECIPITATION IN MIXED ANIONIC SURFACTANT
SYSTEMS. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. ADRIAN FLOOD, Ph.D.,
224 PP.

SURFACTANT/MIXED ANIONIC SURFACTANTS/PRECIPITATION/
THERMODYNAMICS OF MIXED MICELLIZATION/KINETICS OF MIXED
ANIONIC SURFACTANT PRECIPITATION/INDUCTION TIME

Avoidance of precipitation of surfactants in the detergency industry is especially important for acceptable cleaning results. An important characteristic of anionic surfactants that is deleterious to their use in many detergency applications is their tendency to precipitate from solutions, especially when they are used in hard water, forming soap scum. The thermodynamic and kinetic parameters involved in the precipitation process of the soap scum, and in particular the precipitation boundary as the surfactant is mixed with hard water is still extremely important but these data are quite limited in the scientific literature. Consequently, to extend the understanding of surfactant precipitation, both in the aspects of thermodynamics and kinetics, binary anionic surfactants were used to systematically investigate the synergistic effect to delay the induction time of anionic surfactants precipitated by divalent ions.

The two binary systems; sodium dodecyl sulfate (NaDS)/sodium 4-octylbenzenesulfonate (NaOBS), and NaDS/sodium decyl sulfate (NaDeS) are investigated with respect to thermodynamics and kinetics. The regular solution theory and pseudophase separation assumptions are employed to quantify surfactant concentrations in the micellar and monomeric phases. The thermodynamic results of

mixed micellization show that ideal mixing is seen in the NaDS/NaOBS system while the NaDS/NaDeS system is relatively nonideal. The degree of counterion binding to the micelle is investigated by activity measurement. The chemical equilibrium of unbound and bound counterions during the micellization can be used to model the fraction of counterions binding to the micelle relatively well. The general thermodynamic properties of calcium surfactant salts are investigated to better understanding the anionic surfactant precipitation by counterions. These thermodynamic data will help to accurately predict the precipitation phase boundary of anionic surfactants used in this study, when precipitated by CaCl_2 . The results reveal more accurate thermodynamic data, which allows better thermodynamic modeling of the precipitation phase boundary of single and binary mixed anionic surfactant systems. The induction time was investigated in binary mixed anionic surfactant systems in order to monitor the delay of the induction time. The results show that the inhibition of anionic surfactant precipitation is due partly to the precipitating species change as mixed anionic surfactant molar ratios are changed, and partly due to the thermodynamics of mixed micellization change. Mixed anionic surfactant systems also show the ability to increase the surface energy required to create the critical nuclei at a particular range of molar ratio of binary mixed anionic surfactant systems.

School of Chemical Engineering

Academic Year 2010

Student's Signature _____

Advisor's Signature _____